



## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **10166579 A**(43) Date of publication of application: **23.06.98**

(51) Int. Cl. **B41J 2/045**  
**B41J 2/055**  
**B41J 2/205**

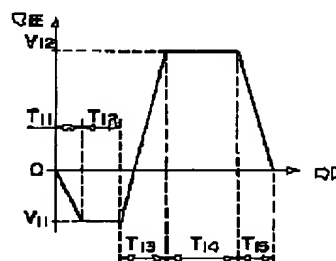
(21) Application number: **08337318**(71) Applicant: **NEC CORP**(22) Date of filing: **17.12.96**(72) Inventor: **SETO SHINJI**

(54) **METHOD AND APPARATUS FOR DRIVING INK  
 JET TYPE PRINTING HEAD**

## (57) Abstract:

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To discharge ink stably with little vibration of a meniscus by preventing a piezoelectric element from ringing by a method wherein a maximum value of voltage regulation of an electric signal applied to the piezoelectric signal is made less than a specific value with which the ringing of the piezoelectric element is restrained.

**SOLUTION:** For a waveform generated in a driving waveform generation circuit, at first a voltage of a reverse direction to a polarization direction is raised to a driving voltage  $V_{11}$  in a specific time  $T_{11}$ , and the voltage  $V_{11}$  is kept for a specific time  $T_{12}$ . Thereafter, the voltage is lowered at specific time  $T_{13}$ , further voltage in the same direction as the polarization direction is applied this time, and raised to a driving voltage  $V_{12}$ . Then, the voltage  $V_{12}$  is kept for a specific time  $T_{14}$ , and the voltage is returned to zero at a specific time  $T_{15}$ . By making a gradient of the voltage regulation thereof less than a voltage regulation wherein ringing of a piezoelectric element is generated, the ringing is prevented from being generated.



COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-166579

(43) 公開日 平成10年(1998) 6月23日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>B 4 1 J 2/045  
2/055  
2/205

識別記号

F I

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A

1 0 3 X

審査請求 有 請求項の数 8 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平8-337318

(22) 出願日 平成 8 年(1996) 12月17日

(71) 出願人 000004237

日本電気株式会社

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号

(72) 発明者 瀬戸 信二

東京都港区芝五丁目 7 番 1 号 日本電気株式会社内

(74) 代理人 弁理士 京本 直樹 (外 2 名)

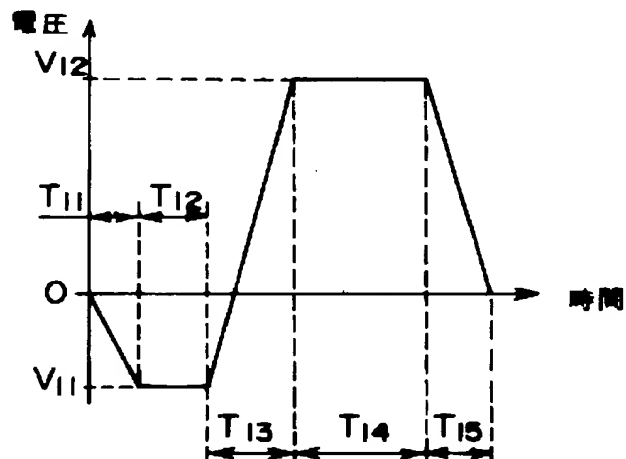
(54) 【発明の名称】 インクジェット式プリントヘッドの駆動方法及び

装置

(57) 【要約】

【課題】 圧電素子により圧力室内部のインクに圧力を加えインクを吐出するインクジェット式プリントヘッドの駆動方法において、インクのメニスカスの振動を抑制する。

【解決手段】 まず、圧力室 1 0 5 内部を減圧し、インクが共通インク室から圧力室 1 0 5 に引き込まれた後、次に圧力室 1 0 5 内部を加圧し、インクを吐出するように圧電素子 1 0 1 を伸縮する駆動方法であって、圧電素子 1 0 1 に加える電気信号の電圧変化率の絶対値を、圧電素子 1 0 1 の最大変位時の電圧を圧電素子 1 0 1 の機械的固有周期  $T_f$  の 80% の値で割った値以下とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】圧電素子に電気信号を加え圧電素子を駆動することにより、圧力室の容積を変化させ、連通するノズルからインク滴を吐出するインクジェット式プリントヘッドの駆動方法において、

前記圧電素子に加える電気信号の電圧変化率の絶対値の最大値が、圧電素子のリングングを抑える所定値以下であることを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

【請求項2】前記圧電素子に加える電気信号の電圧変化率の絶対値の最大値が、圧電素子の最大変位時の電圧を圧電素子の機械的固有周期の80%の値で割った値以下であることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

【請求項3】前記圧力室内部を加圧しインクを吐出した後、圧電素子の電位を0にもどすときの駆動波形が、電位が0になるまで一定の変化率で電位を変化させる駆動波形であることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

【請求項4】前記圧電素子に加える駆動波形が、電位0の状態から前記圧力室内部を減圧する方向に前記圧電素子を駆動した後、前記圧力室内部を加圧しインクを吐出するように前記圧電素子を駆動する駆動波形であって、電位0の状態から前記圧力室内部を減圧する方向に所定の電圧に到達するまで一定の変化率で電圧を変化させ、到達後即時に圧力室内部を加圧する方向に電圧を変化させる駆動波形であることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

【請求項5】前記圧力室内部を減圧する方向に圧電素子の駆動を開始してから圧力室内部の圧力波の固有周期の半分の時間後に、前記圧力室内部を加圧する方向に圧電素子の駆動を開始することを特徴とする請求項1記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

【請求項6】コントロールするインク滴量の範囲に応じて、インク滴量を多くする場合は、前記圧電素子の電位が0の状態から前記圧力室内部を加圧しインクを吐出するように圧電素子を駆動し、インク滴量を少なくする場合は、前記圧力室内部を減圧する方向に圧電素子を駆動した後前記圧力室内部を加圧しインクを吐出するように圧電素子を駆動することを特徴とする請求項1記載のインクジェット式プリントヘッドの駆動方法。

【請求項7】前記圧力室内部を減圧する方向に圧電素子を駆動した後、前記圧力室内部を加圧する方向に圧電素子を駆動し、加圧後、圧力室内部が減圧する方向に圧電素子を駆動する駆動方法において、コントロールするインク滴量の範囲に応じて、前記圧力室内部を加圧する方向に圧電素子の駆動を開始する加圧開始時から、加圧後圧力室内部の圧力が減圧する方向に圧電素子の駆動を開始する減圧開始時までの時間を変化させることを特徴とする請求項1記載のインクジェット式プリントヘッドの

駆動方法。

【請求項8】圧電素子と、圧力室と、圧力室に連通するノズルとを有し、前記圧電素子に電気信号を加えて駆動することにより、前記圧力室の容積が変化し、前記ノズルからインク滴を吐出するインクジェット式プリントヘッドと、

電圧変化率の絶対値の最大値が、圧電素子のリングングを抑える所定値以下である電気信号を発生する駆動波形発生回路とを有することを特徴とするインクジェット式プリントヘッドの駆動装置。

## 【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】本発明は、インクジェット式プリントヘッドの駆動方法に関し、特に電気信号を機械エネルギーに変換してインク吐出を行うドロップオンデマンド型のインクジェット式プリントヘッドの駆動方法及び装置に関する。

## 【0001】

【従来の技術】従来のこの種のインクジェット式プリントヘッドの駆動方法は、圧電素子を使用したドロップオンデマンド型のプリントヘッドを駆動することを目的として用いられている。

【0002】プリントヘッドは電気信号を機械エネルギーに変換する圧電素子と、圧電素子の圧力を圧力室内部に伝えるための振動板と、インクを吐出するノズルと、共通インク室からインクが供給され、ノズルに連通し、圧電素子により圧力を加えられる圧力室とにより構成されている。圧電素子は、分極方向と同方向の電圧が加えられるとき、圧力室が加圧されるよう構成されている。

【0003】次に動作を説明する。図14は圧電素子を駆動させるために加えられる電気信号の波形を示す。まず、分極方向と同方向の電圧が一定時間T31で駆動電圧V31まで立ち上げられ、一定時間T32の間この電圧V31が維持され、そして一定時間T33で電位が0に戻される。この駆動電圧が圧電素子に加えられると、圧電素子は伸び、その結果、圧力室内部の圧力は上昇し、インクが吐出される。

【0004】以上説明した駆動方法（以後押し打ち法という）は最も一般的に用いられているが、これに対し、小さなインク滴を吐出することができ、また、効率良く圧電素子を駆動できる駆動方法が特開昭63-94850号公報に示されている。

【0005】図15は、特開昭63-94850号公報に示される駆動波形である。

【0006】まず分極方向と逆方向の電圧V21が一定時間T21の間加えられ、次に分極方向と同方向の電圧V22が一定時間T22の間加えられ、その後徐々に電位が0に戻される。したがって、まず逆方向の電圧V21が加えられることにより、圧電素子は縮み、その結果圧力室内部の圧力は負圧となり、インクが共通インク室から圧力室に引き込まれる。その後、分極方向と同方向

の電圧V22が一定時間T22の間加えられることにより、圧電素子は伸び、その結果圧力室内部の圧力は上昇し、インクが吐出される。この駆動方法により（以後引き打ち法という）より小さなインク滴を吐出することができ、また、逆方向への駆動の分だけ圧電素子の大きな伸縮を得ることができ、効率よくインク吐出ができるものである。

#### 【0007】

【発明が解決しようとする課題】上述した引き打ち法の従来の技術では、駆動波形を急激な電圧変化としていた

ので、圧電素子のリングングが大きくなり、このリングングがメニスカス振動に悪影響を及ぼし、安定なメニスカスの後退量が得られない。

【0008】また、従来の技術では、図15による駆動波形において、圧電素子に加える電圧をV22から徐々に放電している

ので、最小となるインク滴量が放電開始のタイミングにより制御困難となり、インク適量が圧力室内部の圧力波の固有周期に大きく依存し、製造時のばらつき等の影響が大きくなる。

【0009】なぜならば、放電の前に駆動波形を急激にV21からV22に電圧を変化させるとき、圧電素子から強い圧力波が発生し、圧力室内部でノズルに達し、ノズルで反射して戻

る圧力波が強くなり、減衰して消滅するまで圧力室内部で波動が往復を繰り返す。この周期は、圧力室内部のインクにおける圧力波の固有振動の固有周期であり、固有周期Tは、圧力室長さをW、インク中を伝わる音速をCとしたとき $T=2W/C$ となり、圧力室サイズに比例する。

【0010】そして、圧電素子に加える電圧をV22から徐々に放電するとき、インク室に負の圧力波が加えられず、インク滴は、V21からV22への変化により発生した正の圧力波がノズルに到達し、これによる負の圧力波がT/2時間経過後ノズルに達することにより、インクがノズルから切れ、インク滴となるので、最小となるインク滴量が圧力室内部の圧力波の固有周期Tに大きく依存することになる。

【0011】また、固有周期Tは圧力室サイズに比例するので製造時のばらつき等の影響が大きくなる。

【0012】本発明の目的は、圧電素子のリングングを防止し、メニスカスの振動の少ない、安定したインク吐出を行うことができるインクジェット式プリントヘッドの駆動方法を提供することにある。

【0013】また本発明の他の目的は、製造時のばらつき等の影響が小さく、放電開始のタイミングにより制御が確実なインクジェット式プリントヘッドの駆動方法を提供することにある。

【0014】また本発明の他の目的は、入力する駆動エネルギーを効率よくインク吐出に使用できるインクジェット式プリントヘッドの駆動方法を提供することにある。

【0015】また本発明の他の目的は、吐出するインク

滴サイズをコントロールする範囲を広げることができ、より小さなインク滴を吐出することができ、階調性の優れた印刷が可能となるインクジェット式プリントヘッドの駆動方法を提供することにある。

#### 【0016】

【課題を解決するための手段】上記目的のため本発明は、圧電素子（図1の101）に電気信号を加え圧電素子（図1の101）を駆動することにより、圧力室（図1の105）の容積を変化させ、連通するノズル（図1の104）からインク滴を吐出するインクジェット式プリントヘッドの駆動方法において、圧電素子（図1の101）に加える電気信号の電圧変化率の絶対値の最大値が、圧電素子（図1の101）のリングングを抑える所定値以下である。

【0017】また、圧電素子（図1の101）に加える電気信号の電圧変化率の絶対値の最大値が、圧電素子（図1の101）の最大変位時の電圧を圧電素子（図1の101）の機械的固有周期の80%の値で割った値以下である。

【0018】これにより、圧電素子101のリングングを防止し、メニスカスの振動の少ない、安定したインク吐出を行うことができる。

【0019】また、本発明は、圧力室105内部を加圧しインクを吐出した後、圧電素子101の電位を0にもどすときの駆動波形が、電位が0になるまで一定の変化率で電位を変化させる駆動波形である。

【0020】これにより、製造時のばらつき等の影響が小さく、インク滴吐出後の放電開始のタイミングによって最小インク滴量の制御が確実に行うことができる。

【0021】また、本発明は、圧電素子101に加える駆動波形が、電位0の状態から圧力室105内部を減圧する方向に圧電素子101を駆動した後、圧力室105内部を加圧しインクを吐出するように圧電素子101を駆動する駆動波形であって、電位0の状態から圧力室内部を減圧する方向に所定の電圧に到達するまで一定の変化率で電圧を変化させ、到達後即時に圧力室内部を加圧する方向に電圧を変化させる駆動波形である。

【0022】これにより、圧力室105内を負圧にするために圧電素子101に加える駆動波形の電圧変化をできるだけ小さくし、圧力室105内部の圧力波を弱くし、メニスカスの振動を低減することができ、また、製造ばらつき等の影響を受けにくくできる。

【0023】また、本発明は、圧力室105内部を減圧する方向に圧電素子101の駆動を開始してから圧力室105内部の圧力波の固有周期の半分の時間後に、圧力室105内部を加圧する方向に圧電素子101の駆動を開始する。

【0024】これにより、圧電素子101の駆動が上述のように緩やかにされ緩和されてはいるが、圧電素子101の駆動により負の圧力波が発生し、固有周期の半分

の時間経過後にノズル104まで達し、続いてインクの弾性及び波の反射等により正の圧力波が起こるので、この波にあわせて圧電素子101を駆動することになる。したがって、安定した動作となり、またインクジェット式ヘッドを効率的に駆動することができる。

【0025】また、本発明は、コントロールするインク滴量の範囲に応じて、インク滴量を多くする場合は、圧電素子101の電位が0の状態から圧力室105内部を加圧しインクを吐出するように圧電素子101を駆動し、インク滴量を少なくする場合は、圧力室105内部を減圧する方向に圧電素子101を駆動した後圧力室105内部を加圧しインクを吐出するように圧電素子101を駆動する。

【0026】これにより、大きなインク滴を吐出する場合は、押し打ち法とし、引き打ち法の場合よりインク滴サイズをコントロールする範囲を広げ、より大きなインク滴を吐出することができる。

【0027】また、本発明は、圧力室105内部を減圧する方向に圧電素子101を駆動した後、圧力室105内部を加圧する方向に圧電素子101を駆動し、加圧後、圧力室105内部が減圧する方向に圧電素子101を駆動する駆動方法において、コントロールするインク滴量の範囲に応じて、圧力室105内部を加圧する方向に圧電素子101の駆動を開始する加圧開始時から、加圧後圧力室105内部の圧力が減圧する方向に圧電素子101の駆動を開始する減圧開始時までの時間を変化させる。

【0028】これにより、インク滴サイズをコントロールする範囲を広げ、より小さなインク滴を吐出することができ、階調性の優れた印刷を行うことができる。

【0029】

【発明の実施の形態】次に、本発明の実施の形態について図面を参照して詳細に説明する。

【0030】図1は本発明に係るプリントヘッドと圧電素子を駆動する駆動信号を発生する駆動波形発生回路111を示している。特にプリントヘッドはその構造例を示す断面図により示している。プリントヘッドは電気信号を機械エネルギーに変換する圧電素子101と、圧電素子101に電気信号を送るための信号線102と、圧電素子101の圧力を圧力室105内部に伝えるための振動板103と、インクを吐出するノズル104と、内部において振動板103によりインクに与えられた加圧エネルギーをノズル104にまで伝搬させる圧力室105と、圧力室105内へ共通インク室106から圧力室105へインクを供給するための供給路107とにより構成されている。また、圧電素子101を駆動する駆動波形を発生する駆動波形発生回路111が信号線102に接続され、その圧電素子を駆動するかどうかを選択するスイッチング回路112が外部電極108に接続される。

【0031】次に動作について説明する。

【0032】図2は本発明の実施の形態にかかる駆動波形であり、図1の駆動波形発生回路111で発生させられる駆動波形である。

【0033】図でまず分極方向と逆方向の電圧が一定時間T11で駆動電圧V11まで立ち上げられ、一定時間T12の間この電圧V11が維持される。その後、一定時間T13で電圧を降下させ、さらに今度は分極方向と同方向の電圧がかけられ、駆動電圧V12まで立ち上げられる。そして、一定時間T14の間この電圧V12が維持され、そして一定時間T15で電圧が0に戻される。

【0034】図2の信号波形により、スイッチング回路112がONであれば、まず逆方向の電圧V11が加えられるとき、圧電素子101は縮み、その結果圧力室105内部の圧力は負圧となり、インクが共通インク室106から圧力室105に引き込まれる。またノズル104では、圧電素子101からの負の圧力波がノズル104に到達することによりメニスカスが後退する。このときのプリントヘッドの状態を図3に示す。

【0035】つぎに、分極方向と同方向の電圧が圧電素子101に加えられるとき、圧電素子101は伸び、その結果圧力室105内部の圧力は上昇し、インクが吐出される。このときのプリントヘッドの状態を図4に示す。

【0036】そして一定時間T15で電圧が0に戻されると、吐出した分のインクは共通インク室106より供給路107を経て圧力室105内部に流れ込み、また、ノズル104では、メニスカスがインク滴吐出後後退した後、共通インク室106よりインクが圧力室105内部に流れ込むことにより元の状態に戻る。

【0037】ここで、T11、T13、及びT15の時間における電圧変化の勾配を、圧電素子101のリンギングが起こる電圧変化率より小さくすることにより、圧電素子101のリンギングを防止することを可能としている。

【0038】具体的には、圧電素子101の機械的固有周期を $T_f$ とし、圧電素子101が最大変位となる時の電圧を $V_{max}$ とすると、電圧変化の勾配を $V_{max}/0.8T_f$ より小さくする。これにより、圧電素子101のリンギングは経験的にほとんどなくなることが知られているので、圧電素子101のリンギングによる悪影響を抑えることができる。

【0039】また、図5は、この駆動波形で駆動した時のノズル104でのメニスカスを示した図である。

【0040】また、図6は、駆動波形の電圧変化の勾配を急激にした場合のメニスカスの振動状態を示す図である。

【0041】図5には、図6に見られるようなメニスカス後退時の振動が発生していない。駆動波形の電圧変化の勾配を急激にした場合には圧電素子101のリンギン

グが大きくなり、残留振動を起こすことになり、そのためメニスカスの振動にこの圧電素子101の余振動が影響して図6に見られるようなメニスカス後退時の振動を誘発してしまう。その結果としてわずかな駆動のばらつきや、圧電素子101の長さ等の構造上のばらつきがインク吐出量やインク滴速度に影響を及ぼし、インク滴の吐出が不安定になりやすくなってしまふ。

【0042】またこのことはインク滴吐出時やメニスカスの復帰時にも関係しており、圧電素子101の駆動は、この圧電素子101のリングングを抑えるような駆動にする必要がある。

【0043】また、圧電素子101駆動時、圧力波が発生し、圧力室105内部でノズル104に達し、ノズル104で反射して戻り、減衰して消滅するまで圧力室105内部で波動が往復を繰り返す。この周期は圧力室105内部の圧力波の固有周期Tの約半分の時間がかかる。したがって、正の駆動をして、次に負の駆動をするとき、この波にあわせて駆動されれば、圧電素子101の駆動がインクに効率的に伝わりインク滴は大きくなり、この波にあわせないと駆動されれば、圧電素子101の駆動がインクに効率的に伝わらず、駆動エネルギーの割にインク滴は小さくなる。

【0044】このような観点から、駆動波形の電圧変化をできるだけ小さくすることが圧力室105内部の圧力波を弱くし、メニスカスの振動を低減することができ、また、製造ばらつき等の影響を受けにくくできるので好ましい。

【0045】図7は、圧力室105内を負圧にするために圧電素子101に加える電圧変化率を最小とした場合の駆動波形である。このような駆動波形で圧電素子101を駆動することにより、最もメニスカスが安定する。

【0046】また、図7の駆動波形では、圧電素子101に加える電気信号が、圧力室内部のインクにおける圧力波の固有振動の固有周期をTとして、まず分極方向と逆方向の電圧が立ち上げられてからT/2の時間後に、分極方向と同方向の電圧が立ち上げられる。

【0047】このため、圧電素子101の駆動が緩やかにされ緩和されてはいるが圧力室105内で往復する圧力波が完全になくなるわけではなく、圧電素子101から負の圧力波が発生したT/2後にノズル104まで達し、続いてインクの弾性及び波の反射等により正の圧力波が起こるので、この波にあわせて圧電素子101を駆動することにより、安定した動作となり、またインクジェット式ヘッドを効率的に駆動することができる。

【0048】本発明の駆動波形においては、駆動波形中の電圧の立ち上げや立ち下げを上述のように緩やかにすることにより、メニスカスの振動を抑えることができ、圧電素子101の駆動が効率よくインクに伝わり、駆動タイミングのズレや圧電素子101の長さ等の構造上のばらつきによるインク滴吐出への影響が大きくな

ようにしている。

【0049】また、圧電素子101は分極方向と逆方向の電圧を加える場合には、加える電圧を0から増していくとだんだん縮むが、所定の電圧を越えると逆に伸びる性質を持っており、V11はこの電圧以下にするのが効率の点から望ましい。

【0050】また、分極方向と同方向の電圧を加える場合にはVmax以上ではそれ以上圧電素子101が伸びないので、V12はVmax以下とするのが効率の点から望ましい。

【0051】また以上説明した駆動方法はいわゆる引き打ち法であるので、小さなインク滴を吐出することができるが、大きなインク滴では押し打ち法が有利である。そこで、分極方向と逆方向の電圧V11を可変とし、インク滴に応じてV11を設定し、大きなインク滴を吐出する場合は図8に示すように、T11+T12の時間の電圧を0とし、その後一定時間T13で分極方向と同方向の電圧V12まで立ち上げられ、一定時間T14の間この電圧V12が維持され、一定時間T15で電圧が0に戻される波形とし、小さいインク滴を吐出する場合は上述の図2の駆動波形としてもよい。これにより、まずV12を変化させてインク滴をコントロールするが、より大きいインク滴が必要などときには、V11を0にまで小さくし、大きなインク滴を吐出するようにインク滴量をコントロールできる範囲を広げることができる。

【0052】また、より小さいインク滴を得るようにコントロールする場合には以下の方法によって実現できる。

【0053】図9はノズル104先端での流速を模擬的に示した図である。図9において破線で示したものは、分極と同方向に電圧を加えてから、加えた電圧の降下を開始するまでの時間がT/2以上の場合のものであり、実線は分極と同方向に電圧を加えてから、加えた電圧の降下を開始するまでの時間がT/2以下である本発明の駆動波形の場合である。インク吐出量は図9中のハッチング部分の面積に比例するため、小さいインク滴を吐出することはこの面積を小さくすることに等しくなる。

【0054】また図15による従来の駆動波形において、圧電素子101に加える電圧をV22から徐々に放電し、負の圧力波を加えない場合、正の圧力波がノズル104に到達し、これによる負の圧力波がノズル104に達することにより、インクが滴となってノズル104から切れるまでの時間は正の圧力波がノズル104に達してからT/2の時間経過後である。そのため最小となるインク滴量は圧力室105の長さで決定されてしまい、それ以上小さくできない。

【0055】図10は、より小さいインク滴を得るようにコントロールするための駆動波形である。

【0056】図10に示すように圧電素子101に加える電圧をV11からV13まで上昇して圧力室内に正の

圧力波を加えた後V13から一定の変化率で電位が0になるまで降下させることにより、圧力室内に負の圧力波を加えるようにし、かつ、圧力室105を加圧し始めてから減圧を開始するまで時間T13を変化させ、 $T/2$ 以下にすることにより、小さいインク滴を吐出することができる。

【0057】ただし実際のインク滴のコントロールは、まず、この波形のV13の電圧を変化させることにより行い、より小さなインク滴を得る必要が有る場合にT13が短く設定される。また、大きなインク滴を得る必要

がある場合には、T13を長く設定することもできる。【0058】ここでメニスカス後退時、圧電素子の駆動波形を上述のように緩やかにしたことによりメニスカス振動が緩和され、小さなインク滴を安定に吐出することができる。

【0059】また、図10では一定時間V13に電圧を保持していないが、立ち上げ時間を速くして、一定時間V13に電圧を保持するようにすることもできる。

【0060】また、以上説明したプリントヘッドの駆動方法は、圧電素子101の積層方向を振動板に垂直方向としたプリントヘッドを前提としたが、積層方向を、振動板と平行方向にしたプリントヘッドについても、同様に実施できる。

【0061】なお、以上説明したような駆動波形を発生する駆動波形発生回路111の例を図11に示す。

【0062】駆動波形発生回路111は、Tr1からTr6を図の様に接続し、Tr2とTr5のコレクタをダイオードを2つ介して接続し2つのダイオードの接続点と0Vの間にC1を接続し、Tr3及びTr6のベースはそれぞれTr2及びTr5のコレクタの接続し、Tr3及びTr6のエミッタを接続して出力端子とした回路である。Tr2のエミッタは可変抵抗RAを介してV11に接続し、Tr5のエミッタは可変抵抗RBを介してV12に接続する。

【0063】次に波形発生回路111の動作を説明する。

【0064】図12のA及びBは駆動波形発生回路111に入力される信号の例を示し、Cは信号A及びBにより駆動波形発生回路111から出力される信号波形である。信号A、信号Bともに0Vの場合は、Tr1～Tr3がONとなりTr4～Tr6はOFFとなり、C1から①のように電流が流れ出し、C1の電圧にしたがって信号Cの電圧は直線的に下降し、V11に達するとそれ以降V11に保持される。また信号A、信号Bともに5Vの場合は、Tr1～Tr3がOFFとなりTr4～Tr6はONとなり、C1に②のように電流が流れ込み、C1の電圧にしたがって信号Cの電圧は直線的に上昇し、V12に達するとそれ以降V12に保持される。また、信号Aを5V、信号Bを0Vとすると、C1に対する電流の流出流入が停止し、信号Cの電圧が保持され

る。したがって図12のA及びBに対して、波形Cのような出力が得られる。

【0065】また、出力を0Vにするための、C1を0Vに接続する回路を追加してもよい。

【0066】また、RA、RBは信号入力により抵抗値が変化する可変抵抗であり、それぞれRA設定信号、RB設定信号を入力することにより抵抗値が設定され、信号Cの電圧変化の傾きを制御することができる。

【0067】また、信号入力により抵抗値が変化する可変抵抗を用いなくても、C1に流れ込む電流を制御できればどのようなものでもよい。

【0068】図13は、圧電素子101の積層方向を振動板と平行方向にしたプリントヘッドの断面図である。

【0069】このようなプリントヘッドを駆動する場合には、まず、圧電素子101に分極方向と同方向に電位を加えることにより、圧力室105内部の圧力を負圧にし、次に、圧電素子101に加える電位を逆転し、分極方向と逆方向の電位を加えて圧力室105内部の圧力を上昇させ、最後に圧電素子101の電位を0に戻すようにすればよい。

【0070】

【発明の効果】以上説明したように、本発明は、圧電素子101のリングングを防止し、メニスカスの振動の少ない、安定したインク吐出を行うことができるという効果を有する。

【0071】また、入力する駆動エネルギーを効率よくインク吐出に使用できるという効果を有する。

【0072】また、より小さなインク滴を吐出することができ、階調性の優れた印刷が可能になるという効果を有する。

【0073】また、吐出するインク滴サイズを安定にコントロールし、安定した階調印刷を行うことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るプリントヘッドの例の断面図及びプリントヘッドの圧電素子に接続する駆動波形発生回路及びスイッチング回路を示している。

【図2】本発明にかかる駆動波形の図である。

【図3】図1のプリントヘッドにおいて圧電素子を縮ませたときの断面図である。

【図4】図1のプリントヘッドにおいて圧電素子を伸ばしたときの断面図である。

【図5】本発明に係るノズルにおけるメニスカスの振動モデルを示す図である。

【図6】図5の駆動波形の電圧変化の勾配を急激にし、矩形的にした場合のメニスカスの振動状態を示す図である。

【図7】本発明に係る駆動波形の例であり、大きなインク滴を吐出するときの駆動波形である。

【図8】本発明に係るノズル先端での流速を模擬的に示した図である。

【図9】本発明に係る駆動波形の例であり、小さなインク滴を吐出するときの駆動波形である。

【図10】本発明に係る駆動波形の例であり、メニスカス後退時のメニスカスの最も安定した駆動波形である。

【図11】図1の駆動波形発生回路の回路図の例である。

【図12】図11の駆動波形発生回路の動作を示す波形図である。A及びBは駆動波形発生回路に入力される信号A、Bの波形図、Cは信号A及びBにより駆動波形発生回路から出力される波形図である

【図13】本発明に係るプリントヘッドの他の例の断面図である。

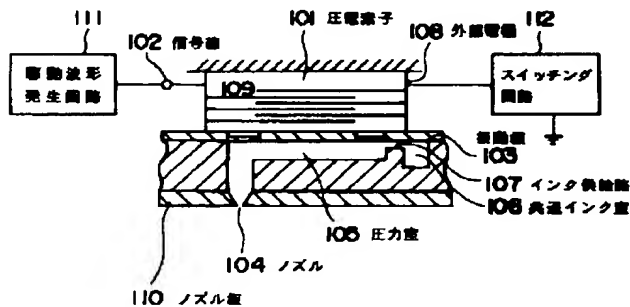
【図14】従来の駆動波形の例である。

【図15】従来の駆動波形の他の例である。

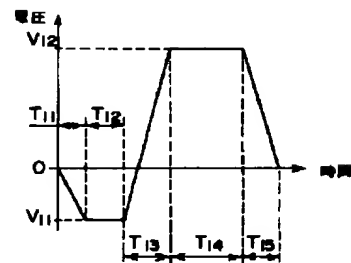
\* 【符号の説明】

101	圧電素子
102	信号線
103	振動板
104	ノズル
105	圧力室
106	共通インク室
107	インク供給路
108	外部電極
109	内部電極
110	ノズル板
111	駆動波形発生回路
112	スイッチング回路

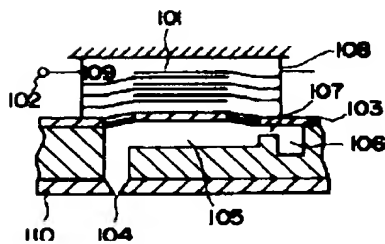
【図1】



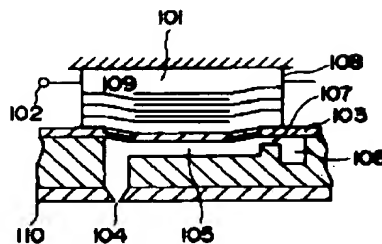
【図2】



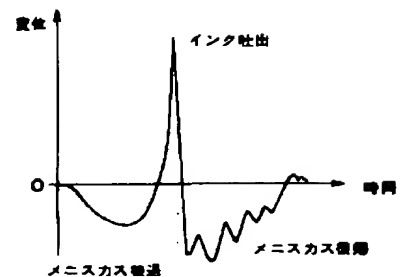
【図3】



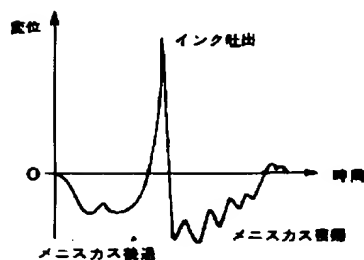
【図4】



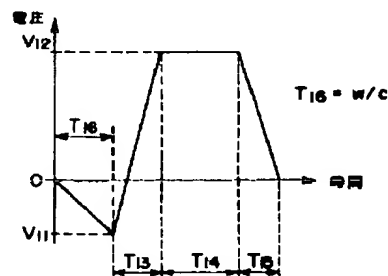
【図5】



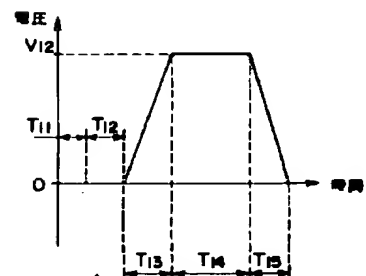
【図6】



【図7】

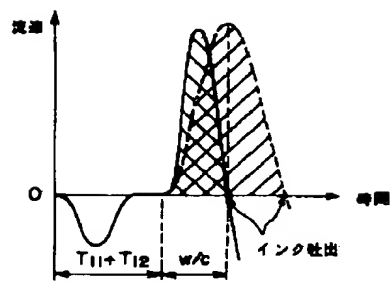


【図8】

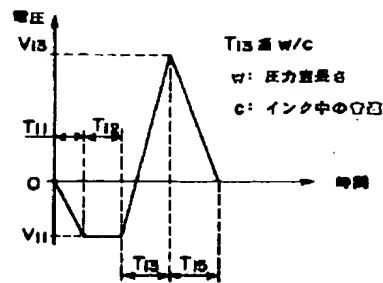




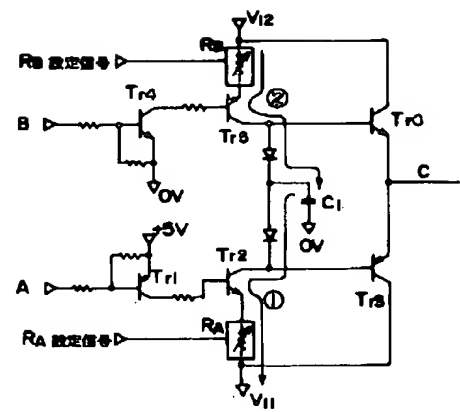
【図9】



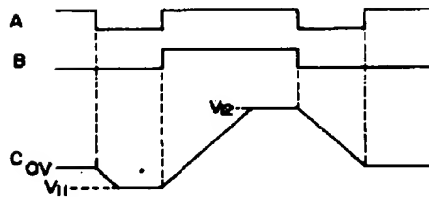
【図10】



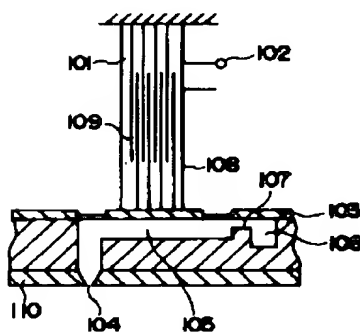
【図11】



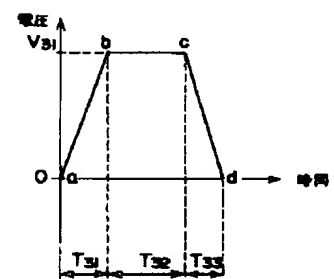
【図12】



【図13】



【図14】



【図15】

